



## Aide à la rédaction de documents réglementaires dans le domaine du bâtiment

Khalil Riad Bouzidi, Catherine Faron Zucker, Bruno Fies, Olivier Corby,  
Nhan Le Thanh

### ► To cite this version:

Khalil Riad Bouzidi, Catherine Faron Zucker, Bruno Fies, Olivier Corby, Nhan Le Thanh. Aide à la rédaction de documents réglementaires dans le domaine du bâtiment. 23èmes Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC 2012), Jun 2012, Paris, France. pp.235-250. hal-00720101

**HAL Id: hal-00720101**

**<https://hal.inria.fr/hal-00720101>**

Submitted on 23 Jul 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Aide à la rédaction de documents réglementaires dans le domaine du bâtiment**

**Khalil Riad Bouzidi<sup>1, 2</sup>, Catherine Faron-Zucker<sup>2</sup>,  
Bruno Fies<sup>1</sup>, Olivier Corby<sup>3</sup> et Nhan Le Than<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> CSTB, 290 route des Lucioles, BP 209, 06904 Sophia Antipolis,  
{khalil-riad.bouzidi, bruno.fies}@cstb.fr

<sup>2</sup> WIMMICS, Laboratoire I3S, Université de Nice Sophia Antipolis, CNRS  
930 route des Colles, BP 145, 06903 Sophia Antipolis,  
{catherine.faron-zucker, nhan.le-thanh}@unice.fr  
<http://wimmics.inria.fr/>

<sup>3</sup> WIMMICS, INRIA Sophia-Antipolis, France,  
olivier.corby@sophia.inria.fr  
<http://wimmics.inria.fr/>

**Résumé :** L'industrie du bâtiment connaît actuellement une croissance phénoménale de ses textes techniques et réglementaires. Dans ce contexte, il est urgent et crucial d'aider à la création de nouvelles réglementations et de faciliter leur traitement automatique. Dans cet article, nous présentons une approche ontologique pour modéliser les documents technico-réglementaires dans l'industrie du bâtiment. Nous nous concentrons sur trois volets. Premièrement, nous décrivons notre approche pour la modélisation des guides pratiques émis par le CSTB en règles SBVR basées sur un vocabulaire contrôlé, puis leur formalisation en SPARQL. Deuxièmement, les contraintes réglementaires représentées en SPARQL sont exploitées dans la modélisation de processus de vérification de la conformité d'un document par rapport à la réglementation. Troisièmement, ces processus sont mis en œuvre pour aider à la rédaction d'Avis Techniques émis par le CSTB sur des dossiers techniques soumis par des industriels ; un rapport de conformité est automatiquement généré pour déterminer la conformité ou non-conformité des dossiers techniques et l'expliquer.

**Mots-clés :** Connaissances technico-réglementaires, web sémantique, ontologies, industrie du bâtiment.

### **1 Introduction**

Dans cet article, nous abordons la problématique générale de la rédaction réglementaire et présentons une approche d'ingénierie des connaissances pour aider à la rédaction de nouvelles réglementations, en

tenant compte des contraintes déjà exprimées dans le corpus réglementaire existant. Nous mettons en œuvre notre approche au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) pour aider à la rédaction d'Avis Techniques sur des dossiers techniques soumis au CSTB par des industriels.

L'Avis Technique ou ATec est un document d'information technique sur l'aptitude à l'emploi d'un produit, matériau, élément ou composant de construction, à caractère innovant. Nous avons choisi les Avis Techniques comme modèle d'étude car le CSTB en a la maîtrise et une large expérience. Nous avons pu conduire des interviews sur le site de Sophia Antipolis auprès d'experts impliqués directement dans la rédaction des Avis Techniques.

L'étude des Avis Techniques montre qu'ils sont constitués de trois parties : la page de présentation et d'identification de l'Avis, l'Avis Technique proprement dit, formulé par un groupe spécialisé du CSTB, et le Document Technique du produit ou procédé sur lequel doit être prononcé l'Avis Technique. Nous nous intéressons plus particulièrement dans cet article à l'aide à l'édition des contraintes réglementaires qui valident ces Avis Techniques. Les règles et règlements sont écrits par des humains et ne sont lus et appliqués que par des humains. En conséquence, ils sont parfois incomplets ou contradictoires et leur structure est souvent arbitrairement complexe.

Nous commençons par décrire dans la partie suivante les guides pratiques et leurs classifications. Dans la partie 3, nous exposons l'approche que nous avons choisie afin de faciliter le processus de rédaction de Document Technique. Dans la partie 4, nous exposons l'approche que nous avons adoptée pour modéliser les guides pratiques. Dans la partie 5 nous présentons un modèle de représentation du processus de vérification de la conformité d'un dossier technique aux contraintes réglementaires en vigueur et dans la section 6 nous montrons comment nous utilisons ce processus pour aider à la rédaction d'avis techniques. Nous situons notre travail par rapport aux travaux actuels sur la modélisation réglementaire dans la partie 7. Nous concluons dans la dernière partie.

## **2 Les réglementations dans le domaine du bâtiment**

### **2.1 L'importance des réglementations**

Les réglementations sont un moyen efficace par lequel les experts du domaine expriment leurs savoir-faire. Il s'agit de textes rédigés dans une forme juridique, en constante évolution, contraints à une forte technicité langagière pour être compris et appliqués. Les réglementations qui valident les dossiers techniques sont d'abord définies par des personnes

et représentées dans un langage compréhensible par les humains (experts ou non experts). L'intégration de ces réglementations dans des systèmes d'information repose donc le plus souvent sur des sources textuelles, non manipulables par les machines.

## **2.2 Les Guides pratiques**

Les Guides Pratiques (GP) du CSTB constituent pour notre travail autant d'information pour vérifier la validité des dossiers techniques fournis par les industriels. Ils sont réalisés de façon à simplifier la lecture et l'application des réglementations. Ils regroupent toutes les caractéristiques structurelles et variables dimensionnelles relatives à la validation d'un produit. Notre but est de fait de formaliser ces connaissances sous la forme d'une base de contraintes exploitables par des systèmes à base de connaissances.

Nous utilisons le guide pratique « Les couvertures en tuiles » émis par CSTB comme modèle d'étude. Ce guide de 107 pages recouvre 7 Documents Techniques Unifiés (DTU) et expose les différents types de tuiles et leurs caractéristiques. Il définit leur condition de mise en œuvre ainsi que divers critères de vérification des tuiles tels que la pente, le support ou la climatologie de l'endroit où elles doivent être installées. Le suivi de ces consignes se fait de façon drastique car le non-respect d'une exigence conduit à un Avis Technique négatif sur le Document Technique.

D'après le GP « Les couvertures en tuiles », nous avons pu recenser neuf types de tuile différents, ayant des caractéristiques intrinsèques différentes. Chaque tuile possède une matière de fabrication et une forme, une mise en œuvre qui dépend de la pente et du support, une pose et une fixation. Ces caractéristiques diffèrent d'un type de tuile à l'autre.

- Pentes : les pentes minimales admissibles pour les types de tuile sont données dans les GP en fonction des zones d'application et situations données.
- Etablissement du support : les tuiles reposent sur un litzonnage en bois dont les éléments sont fixés à raison d'une pointe ou d'une agrafe à chaque intersection d'un chevron et d'un liteau.
- Fixation : la fixation est destinée à assurer le maintien de l'assemblage des tuiles entre elles lorsque les effets du vent risquent d'en déranger l'ordonnement.

Les contraintes réglementaires existantes dans ces guides pratiques sont utilisées pour décider si les procédures employées par les industriels respectent les obligations auxquelles ils sont soumis. Les dossiers techniques dans ce cas constituent le document à vérifier et les Guides Pratiques les obligations et les contraintes qu'il doit respecter.

### 3 Modélisation des Dossiers Techniques

À travers nos échanges avec les experts du CSTB, il apparaît très clairement que la plupart des demandeurs d'ATec ne parviennent pas à remplir correctement leur dossier technique. Cette difficulté rencontrée par les industriels à renseigner le dossier avec le « bon » niveau d'information est due principalement à la généricité des formulaires. Les instructeurs du CSTB envoient aux demandeurs d'ATec un formulaire Word standard appelé trame de DT, contenant des informations spécifiques au domaine d'emploi du produit à certifier. L'étude de la trame du domaine photovoltaïque montre qu'elle contient des informations communes à tous les modules photovoltaïques, c'est un formulaire contenant toutes les informations relatives à tous les produits qui peuvent être utilisés dans le domaine du photovoltaïque.

Notre première contribution a été de faciliter la rédaction des documents techniques (Bouzidi & al., 2011, 2012). Nous avons modélisé le processus de rédaction d'un DT selon une approche basée sur des ontologies. Nous avons ainsi construit un modèle sémantiquement riche de la trame du DT.

#### 3.1 Construction de l'ontologie réglementaire

Nous avons construit une ontologie, OntoDT, dans le but de soutenir le processus de création de documents réglementaires (Bouzidi & al., 2011, 2012). Cette ontologie intègre toute la sémantique qui reflète la nomenclature ainsi que les critères dimensionnels ou structurels d'un module photovoltaïque. Plus précisément, avec l'aide d'experts photovoltaïques nous avons déterminé quelles sont les connaissances à représenter et avec quel degré de précision. À partir de la trame du DT nous avons extrait manuellement les concepts et les propriétés correspondant aux différents composants de produit à certifier et leurs critères dimensionnels ou structurels. Aussi, pour chaque type de module et leur nomenclature, nous avons utilisé la notion d'axiome pour représenter cette structure. La modélisation des connaissances sous forme d'axiomes permet de décrire des connaissances générales. Elle comprend la définition des concepts et des propriétés. Par exemple, la Figure 1 présente la définition du concept de verre polymère, qui spécialise le concept de module ; il est composé de différents composants parmi lesquels un film polymère et une cellule photovoltaïque :



```
<owl:Class rdf:about="#VerrePolymere">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ModulePhotoV"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class>
      <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty rdf:resource="#hasComponent"/>
          <owl:someValuesFrom rdf:resource="#FilmPolymere"/>
        </owl:Restriction>
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty rdf:resource="#hasComponent"/>
          <owl:someValuesFrom rdf:resource="#CellulePhotoV"/>
        </owl:Restriction>
        ...
      </owl:intersectionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

**Figure 1** – Extrait de l'ontologie OntoDT.

Nous avons ensuite confronté notre ontologie avec le thésaurus des termes du domaine du bâtiment développé par le CSTB dans le REEF<sup>1</sup>, le référentiel technique et réglementaire de la construction. L'idée de réutiliser ce thésaurus est de disposer d'un vocabulaire standard et contrôlé permettant de coupler / d'intégrer les ATec dans le REEF (Bus & al., 2009).

En résultat, OntoDT contient 121 classes et 39 propriétés. 35% de ces classes sont créées à partir des termes du REEF, les 65% restants sont des concepts plus spécifiques que ceux du thésaurus REEF, contenant des concepts généraux de l'industrie du bâtiment.

### 3.2 Modélisation du processus de rédaction d'un dossier technique

Nous avons décomposé la trame du Dossier Technique en plusieurs formulaires, l'objectif de cette décomposition étant de ne plus présenter

<sup>1</sup> Recueil des Eléments utiles à l'Etablissement et l'exécution des projets et marchés de bâtiments en France

aux industriels un formulaire générique à tous les produits du photovoltaïque, mais un ensemble de formulaires interconnectés les uns aux autres, relatifs à chaque composant du produit à certifier.

Nous avons établi que chaque formulaire est dédié aux caractéristiques d'un composant, le composant pouvant lui-même être formé d'un ou plusieurs éléments. L'industriel est ainsi guidé dans une séquence de formulaires qui s'adapte aux informations qu'il fournit, sans l'obliger à renseigner toute la trame du Dossier Technique.

**Figure 2** – Interface de désignation du type de produit.

Notre approche consiste à demander d'abord des renseignements de haut niveau, telles que la désignation du type de produit (Figure 2) puis à parcourir les règles de dépendance explicitées dans l'ontologie pour demander l'ensemble des informations requises pour un produit, selon son type.

Chaque information fournie par l'industriel sera confrontée à l'ontologie OntoDT et conditionnera l'interaction suivante. L'industriel n'aura qu'à choisir dans un premier formulaire un produit parmi l'ensemble de ceux relatifs au domaine du photovoltaïque. À partir de ce premier choix, en se basant sur l'ontologie OntoDT, nous déterminons la liste des composants entrant dans la fabrication du produit et nous proposons une liste de formulaires correspondants.

Cet enchaînement dynamique de formulaires repose sur un patron de requête SPARQL interrogeant l'ontologie sur la définition du produit à renseigner, pour établir la liste des concepts liés au concept que l'industriel vient de sélectionner. Ces nouveaux concepts sont alors autant de renseignements que l'industriel devra fournir à travers des formulaires de saisie générés à la volée. L'enchaînement des formulaires est basé sur les résultats de la requête. Chaque formulaire correspond à un ou plusieurs éléments du résultat. Par exemple, la requête ci-dessous

interroge l'ontologie sur la définition de « Verre Polymère » (figure 3). Le résultat indique qu'un verre polymère est un module qui a comme composants un cadre, une cellule photovoltaïque, etc.

```
PREFIX dt:http://www.semanticweb.org/DossierTechniqueProtegeV.owl#
SELECT ?Composant WHERE {
  ?x rdfs:subClassOf ?y
  FILTER( ?x=dt:VerrePolymere )
  ?y owl:intersectionOf ?z
  ?z rdf:rest*/rdf:first ?f
  ?f owl:onProperty ?p
  ?f owl:someValuesFrom ?Composant }
```

**Figure 3** – Une requête SPARQL pour construire dynamiquement les formulaires à renseigner pour décrire les composants d'un verre polymère.

Une fois que l'industriel a renseigné tous les éléments, une représentation RDF du Dossier Technique est automatiquement créée. Notre approche permet ainsi d'acquérir une représentation d'un Dossier Technique interopérable et réutilisable dans d'autres systèmes. Cette représentation nous permettra par la suite de vérifier la conformité du Dossier Technique aux réglementations en vigueur (section 5).

## **4 Modélisation des contraintes réglementaires**

Nous représentons les contraintes réglementaires textuelles à la fois dans un langage contrôlé à l'adresse des experts du domaine et dans un langage formel permettant leur traitement automatique. Nous utilisons pour ces deux représentations le même vocabulaire contrôlé que celui utilisé pour la description d'un dossier technique : l'ontologie OntoDT.

### **4.1 Représentation des contraintes réglementaires en SBVR**

Les réglementations techniques peuvent être comprises de différentes manières. L'intervention d'un expert du domaine est donc primordiale pour identifier les blocs ou unités textuels correspondant à des contraintes réglementaires. Une fois ces blocs identifiés, une étape visant à les désambiguïser est nécessaire. La transformation de ces blocs textuels en vocabulaire SBVR permet d'avoir une source normative non ambiguë et réutilisable.

L'objectif principal du standard de l'OMG « Semantics of Business Vocabulary and Business Rules » (SBVR) de l'OMG est de fournir un méta-modèle qui permet d'établir des interfaces d'échanges de données pour les outils qui créent, organisent, analysent et utilisent les vocabulaires et règles métier. Le méta-modèle SBVR facilitera éventuellement à différents outils de différents constructeurs, la validation, l'analyse, l'alignement, et la fusion de règles métier.



L'inconvénient du méta-modèle SBVR est sa complexité significative, et le fait qu'il ne possède pas un format de représentation spécifique au vocabulaire contrôlé et aux règles métiers.

L'extraction des règles à partir de textes réglementaires ou normatifs est souvent un travail manuel fastidieux, il est souvent question de la structuration de ces informations. Une clarification des textes a été nécessaire avant la transformation en SBVR : les cas descriptions que nous avons utilisés ont dû être détaillés pour montrer comment le contenu des normes peut être transformé en règles SBVR.

La mise en œuvre de SBVR se fait en deux étapes : la mise en place du vocabulaire métier et l'écriture des règles métier basées sur les termes définis dans le vocabulaire. SBVR permet d'établir un vocabulaire pour décrire le sens des concepts : une partie de SBVR appelée « logical formulation » porte principalement sur la structure de ces sens. Dans notre cas, l'ontologie OntoDT que nous avons développée joue le rôle d'un vocabulaire contrôlé préexistant.

Les règles SBVR identifient le « quoi » de règles métier, plutôt que le « comment », c'est-à-dire la modélisation déclarative des règles métier, et non leur exécution. SBVR n'est pas un formalisme exécutable, il s'adresse aux experts métier ; il utilise pour cela un langage contrôlé. En d'autres termes, SBVR représente une assurance de la qualité des textes présentés à l'utilisateur, néanmoins ce standard décrit les concepts et les exigences sans se préoccuper de leur mise en œuvre. Pour le traitement automatique des règles métier identifiées, nous formalisons celles-ci dans le langage SPARQL.

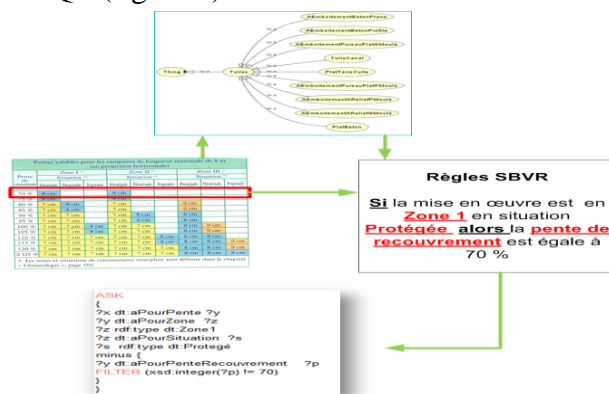
## 4.2 Représentation des contraintes réglementaires en SPARQL

Notre but est de modéliser la façon dont les experts du CSTB utilisent les Guides Pratiques et d'essayer d'automatiser leurs savoir-faire. Cela nous oblige d'un côté à reposer sur leur interprétation et de l'autre à établir une représentation formelle des réglementations. Nous avons choisi le langage SPARQL pour représenter des contraintes sous la forme de requêtes de la forme « ASK ». Cette formalisation permet l'automatisation de la vérification de la conformité d'un document par rapport à ces contraintes (section 6).

La disponibilité des informations pour la vérification des contraintes suppose de prévoir explicitement les connaissances nécessaires dans le modèle du Dossier Technique. Bien que cela semble évident pour certains aspects tels que la matière, la forme, d'autres sont issus d'information où on doit se fier à un jugement humain. Celui-ci ne tient pas toujours compte de tous les paramètres et peut causer des éventuelles erreurs et des éventuelles non-conformités par la suite (pente, fixation, pose). Les requêtes de vérification ont trait à des propriétés qui nécessitent différentes analyses telles que l'intégrité des contraintes

structurale, dimensionnelle ou climatologique. L'ontologie OntoDT a été construite en fonction de ce but de vérification de la conformité d'un Dossier Technique aux contraintes réglementaires en vigueur.

Pour valider notre modèle, nous avons développé une base de contraintes pour vérifier la conformité des Dossiers Techniques à une partie des exigences réglementaires exprimées dans le Guide Pratique « Les couvertures en tuiles ». Elle contient 149 règles SBVR et autant de requêtes SPARQL (figure 4).



**Figure 4** – Représentations d'une contrainte réglementaire en SBVR et en SPARQL, basées sur l'ontologie OntoDT.

Nous représentons en RDF l'association d'une règle SBVR et d'une requête SPARQL : chaque contrainte est identifiée de façon unique par une URI déclarée de type `Query` ; elle possède deux propriétés, l'une `hasSBVR` lui associe sa représentation en SBVR et l'autre `hasSPARQL` lui associe sa représentation en SPARQL.

## 5 Modélisation du processus de vérification des contraintes réglementaires

### 5.1 Modèle de processus

Afin de modéliser le savoir-faire des experts du CSTB en charge de d'émettre des avis techniques sur des dossiers techniques, nous avons établi un modèle de processus permettant de représenter de façon déclarative le processus de vérification de la conformité d'un dossier technique aux réglementations en vigueur. Ce modèle permet de décrire en RDF une séquence d'exécution de vérifications de contraintes.

Le schéma RDFS de notre modèle est composé de quatre propriétés (body, if, then, else) et huit classes (Pipeline, Pipe, Load, Query, Rule, RuleBase, Test, And), parmi lesquelles la classe `Pipeline` désigne la définition d'un processus et la classe `Pipe` l'appel à un processus.

L'exécution de requêtes (*Query*) ou règles (*Rule*, *RuleBase*) peut être conditionnelle (*Test*) et la description d'un processus peut faire récursivement intervenir d'autres processus (*Pipe*), y compris lui-même. Cette notion de récursivité est utilisée dans la modélisation de processus dits complexes qui font appel à un ou plusieurs processus élémentaires.

La syntaxe abstraite d'un processus est définie par la grammaire suivante :

```

Pipeline ::= EXP +
EXP ::= Load(Name) | Query(Name) | Test(Query(Name), Exp, Exp)
      | Rule(Name) | RuleBase(Name) | And(Exp +) | Pipe(Name)

```

**Pipeline** : définition d'un processus,

**Pipe** : invocation d'un processus,

**Load** : chargement d'une annotation ou d'une ontologie,

**Query/Update** : exécution d'une requête SPARQL,

**Rule** : exécution d'une règle,

**RuleBase** : exécution d'une base de règles,

**Test** : invocation conditionnelle d'un processus ou d'un autre.

Nous avons développé un moteur de processus avec le moteur sémantique KGRAM (Corby & Faron-Zucker, 2010) qui analyse de telles représentations RDF de processus pour construire et exécuter une séquence de requêtes ou règles SPARQL et permettre ainsi de superviser, coordonner et exécuter séquentiellement un ensemble requêtes et règles. Plus précisément, la gestion des processus repose sur un ensemble de requêtes SPARQL prédéfinies telle que celle-ci-dessous pour la gestion du corps d'un processus qui permet de lister tous les composants d'un processus et leur type :

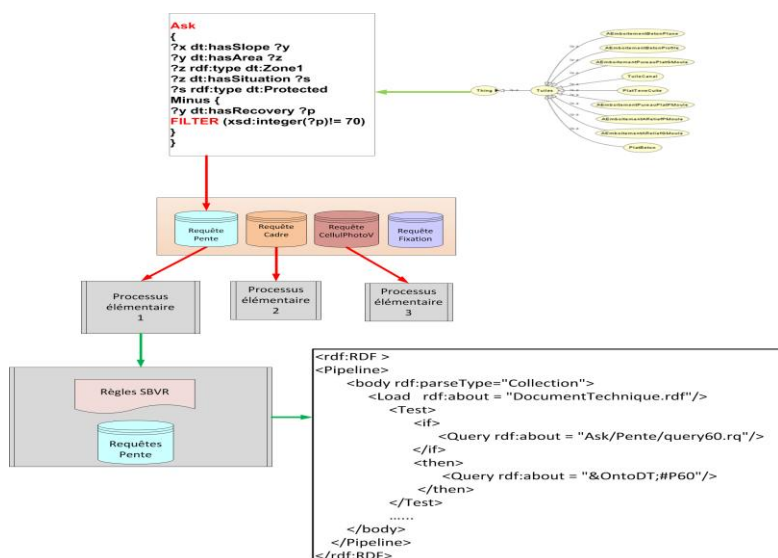
```

SELECT * WHERE {
  ?p rdf:type kg:Pipeline
  { ?p kg:body ?q
    ?q rdf:type ?t
    minus { ?q rdf:type rdf:List }
  }
  UNION
  { ?p kg:body ?a
    ?a rdf:rest*/rdf:first ?q
    ?q rdf:type ?t
  }
}

```

## 5.2 Processus élémentaire de vérification de contraintes

Nous avons organisé la base des contraintes réglementaires extraites du guide pratique « Les couvertures en tuiles » en différents processus de vérification de la conformité à la réglementation en vigueur. A chaque composant élémentaire intervenant dans un Dossier Technique nous associons un processus de vérification consistant en une suite des requêtes SPARQL à exécuter pour vérifier la conformité de ses caractéristiques. Par exemple, le processus élémentaire de contrôle de la conformité des pentes admissibles pour une tuile, contient l'ensemble des requêtes SPARQL de vérification de la conformité de la pente ainsi qu'une représentation SBVR de ces contraintes (Figure 5).



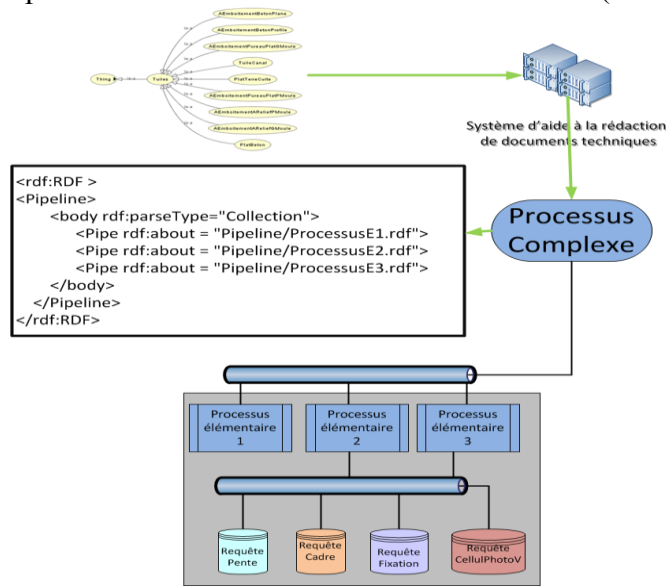
**Figure 5** – Exemple d'un processus élémentaire de vérification de la conformité d'un module dans un dossier technique.

## 5.3 Processus complexe de vérification de contraintes

Le processus complexe de vérification d'un Dossier Technique est défini récursivement et construit automatiquement à partir des processus associés aux composants qui entrent dans sa définition, au regard de l'ontologie OntoDT (Figure 6). Par exemple, le processus complexe de contrôle de conformité d'un module « Verre Polymère » est composé des processus élémentaires de contrôle de la conformité de « Cadre », de « Cellule Photovoltaïque », « Film Polymère », etc.

La description RDF de ce processus de vérification d'un dossier technique est créée dynamiquement, en interrogeant à l'aide d'un patron

de requête SPARQL la représentation RDF du dossier technique générée à l'issue du processus d'aide à la rédaction de ce dossier (section 3.2).



**Figure 6** – Exemple d'un processus complexe de vérification de la conformité d'un dossier technique aux réglementations en vigueur.

## 6 Aide à la rédaction d'Avis Techniques

La rédaction d'un avis technique sur un dossier technique passe par la vérification de la conformité de ce dossier à la réglementation en vigueur. L'aide à la rédaction d'avis techniques repose sur l'exécution des processus de vérification et de fait l'interrogation de la représentation RDF du dossier technique avec les requêtes SPARQL qui composent le processus de vérification.

Une des problématiques de notre travail est de pouvoir justifier les décisions prises par le système. Ces décisions sont représentées sous forme de bilan de conformité ou de non-conformité d'un dossier. L'oubli d'un test ou le non-respect d'une contrainte réglementaire peuvent avoir des conséquences très importantes et induire une non-conformité. Le plus difficile dans ce genre de système est d'identifier la source de cette non-conformité et de l'expliquer aux industriels.

De ce fait, nous avons représenté en RDF l'association d'une règle SBVR et d'une requête SPARQL représentant une même contrainte et nous utilisons ces annotations pour produire à l'utilisateur un rapport de conformité en langue naturelle pour l'assister dans la rédaction d'un Avis Technique.

Nous utilisons le moteur KGRAM qui implémente les notions d'« Event » et d'« Event Listener » qui permettent de réagir à des événements prédéfinis dans le moteur d'inférence. Certains de ces événements sont liés à la réussite ou l'échec de l'exécution de requêtes SPARQL.

Dans notre cas, nous implémentons un programme qui a pour but d'intercepter les événements d'échec d'exécution de requêtes SPARQL. La non-conformité est identifiée par l'échec d'exécution d'une requête ou le renvoi d'une valeur nulle. Lorsqu'une requête échoue, un patron de requête SPARQL est exécuté avec comme paramètre l'identifiant du composant non conforme :

```
SELECT DISTINCT ?x WHERE {  
  <"ID-Composant-Non-Conforme"> dt:hasSBVR ?x }
```

Le résultat de telles requêtes est une ou plusieurs règles SBVR représentant une même contrainte valide le composant.

Les rapports de conformité ainsi générés en langage contrôlé sont utilisés pour la rédaction des avis techniques adressés aux industriels ; ils représentent le « pourquoi » de la prise de décision négative.

## **7 Positionnement**

L'amélioration de la structure logique des réglementations est un domaine de recherche très vaste. (Fenves & al., 1966) ont entrepris des premiers travaux sur la structure des réglementations dans des tables de décision. Plus tard, les arbres de décision ont été appliqués dans le domaine de la construction, précisément dans la conception de bâtiments en acier (Nyman & al., 1973). Le système SASE (Fenves & al., 1987) a été élaboré afin de fournir une structure hiérarchique complète pour classer les familles de réglementations ou de codes connexes. Une étude importante de ces premières approches est fournie dans (Fenves & al., 1995). D'autre part, (Kerrigan & al., 2003) ont développé l'application REGNET pour déterminer pour des conditions données du bâtiment l'applicabilité des différentes réglementations, basés sur une interface de questions réponses.

La modélisation de réglementation a été abordée jusqu'ici sous deux approches différentes. La première vise à analyser les réglementations automatiquement et se confronter à la complexité du langage naturel (Dinesh & al., 2008, Martinez-Fernández & González, 2008). Dans la seconde, les contraintes réglementaires sont écrites de manière normée avec l'aide d'experts de domaine, ce qui facilite leur traduction en langage formel (Reeder & al., 2007, Nazarenko & al., 2011). Nous proposons une troisième approche, qui prend en compte la

réglementation écrite en langage naturel, propose un outil d'aide à rédaction de document qui constitue le cœur de ces réglementations et analyse automatiquement le contenu de ces documents.

En parallèle, divers efforts ont été entrepris pour appliquer des règles de vérification aux représentations de projet de construction, en utilisant les structures de dessins spécialement codés (IFC<sup>2</sup>) ou des descriptions textuelles (Yurchyshyna & al., 2009, Pauwels & al., 2011, Eastman & al., 2009). L'originalité de nos travaux réside dans l'association de requêtes élémentaires et de règles SBVR dont elles sont dérivées pour pouvoir justifier les règles elles-mêmes ou les prises de décision. Notre approche permet d'étendre le contrôle de conformité au point d'expliquer le pourquoi de la prise de décision.

## 8 Conclusion

Cet article présente une approche et un outil pour aider à la création de documents réglementaires. Une première contribution est la construction d'une ontologie de domaine, OntoDT, qui représente des concepts de différents éléments issus des documents techniques et vérifiant au regard des réglementations en vigueur. Notre seconde contribution consiste en l'utilisation des standards SBVR et SPARQL pour reformuler d'une part dans un langage contrôlé et d'autre part dans un langage formel les contraintes réglementaires présentes dans les Guides Pratiques du CSTB. SBVR représente une assurance de la qualité du texte des contraintes réglementaires présentées à l'utilisateur et SPARQL permet l'automatisation de la vérification de ces contraintes. Ces deux représentations reposent sur l'ontologie de domaine OntoDT que nous avons développée. Nous représentons en RDF l'association d'une règle SBVR et d'une requête SPARQL représentant une même contrainte.

Une troisième contribution est la proposition d'un modèle de processus et son utilisation pour organiser les contraintes réglementaires que nous avons extraites des Guides Pratiques. À chaque composant intervenant dans un Dossier Technique correspond un processus de vérification de sa conformité à la réglementation en vigueur. Le processus complexe de vérification d'un Dossier Technique est défini récursivement et construit automatiquement.

Enfin, nous mettons en œuvre un moteur de processus permettant de vérifier la conformité d'un dossier technique et dans le cas de non-conformité de produire à l'utilisateur en SBVR l'explication de cette non-conformité.

Un prototype nous a permis de valider notre approche. Nous l'avons soumis à une évaluation par les instructeurs du CSTB qui ont validé à la fois le scénario suivi ainsi que la granularité des informations

---

<sup>2</sup> Industry Foundation Classes

demandées. En effet, le prototype correspondait aux processus de vérification tels qu'ils l'effectuent, ce qui permet de valider la structure et la richesse de l'ontologie qui en est à l'origine. Les instructeurs ont apprécié également les messages que le système leur faisait parvenir sous forme de rapports de conformité en langage contrôlé (SBVR). Ceci leur permettait de comprendre et d'identifier précisément les raisons des non-conformités.

Une perspective majeure de ce travail est l'identification des contraintes réglementaires qui ne peuvent pas être représentées en SPARQL et leur prise en compte dans un processus alors semi-automatique de contrôle de la conformité d'un dossier technique aux contraintes en vigueur qui pourrait être guidé par des représentations SBVR de ces contraintes.

## Références

- BOUZIDI K. R., FARON-ZUCKER C., FIES B., BOURDEAU M. & LE THAN N. (2011). An ontology for modelling and supporting the process of authoring technical assessments. In *Proceedings of the International Council for Building Conference (CIB)*, SOPHIA-ANTIPOLIS, FRANCE.
- BOUZIDI K. R., FARON-ZUCKER C., FIES B., CORBY O. & LE THAN N. (2012). Modélisation de documents réglementaires dans le domaine du bâtiment. *Proc. 12<sup>e</sup> Conférence Internationale Francophone sur l'Extraction et la Gestion de Connaissance, EGC*. Bordeaux.
- BUS N., FIES B., BOURDEAU M., CHARVIER M. & LABEDENS, R. (2009). Reef sémantique, Diffusion et application des textes technico-réglementaires, Accompagnement des pouvoirs publics dans la rédaction des textes officiels. *Livrable 4*, CSTB.
- CORBY O. & FARON-ZUCKER C. (2010). The KGRAM abstract machine for knowledge graph querying. In *Web Intelligence*. p. 338–341.
- DINESH N., JOSHI A., LEE I. & SOKOLSKY O. (2008). Reasoning about conditions and exceptions to laws in regulatory conformance checking. In *DEON*. p. 110–124, Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag.
- EASTMAN C, LEE J. M., JEONG Y. S. & LEE J. K. (2009). Automatic rule-based checking of building designs. *Automation in Construction*.p 1011-1033
- FENVES S. J., GARRETT J. H., & REED K. A. (1995). Computer representations of design standards and building codes: U.s. perspective. *University of Salford*. U.K. p. 473–490.
- FENVES S. J., WRIGHT R. N., STAHL F. I. & REED K. A. (1987). Introduction to sase: Standards analysis, synthesis, and expression. *National Technical Information Service*. p. 473–490.
- FENVES S. J. (1966). Tabular decision logic for structural design. *Journal of the Structural Division*, Vol. 92, No. 6. p. 473–490.
- KERRIGAN S. & LAW K. H. (2003). Logic-based regulation compliance-assistance. In *ICAAIL*. p. 126–135
- MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ J. L. & GONZÁLEZ J. C. (2008). A Preliminary Approach to the Automatic Extraction of Business Rules from Unrestricted Text in the Banking Industry. In *Natural Language and Information*



- Systems, 13th International Conference on Applications of Natural Language to Information Systems, NLDB*, London, UK
- NAZARENKO A., GUISSÉ A., LEVY F., OMRANE N. & SZULMAN S. (2011). Integrating Written Policies in Business Rule Management Systems. *RuleML Europe 2011*. p. 99-113
- NYMAN D. J., FENVES S. J. & WRIGHT R. N. (1973). Restructuring study of the aisc specification. *civil engineering standards, srs 393*. Urbana-Champaign, IL, USA. p. 473-490.
- PAUWELS P., VAN DEURSEN D., VERSTRAETEN R., DE ROO J., DE MEYER R., VAN DE WALLE R. & VAN CAMPENHOUT J. (2011). A semantic rule checking environment for building performance checking. *Automation in Construction*. p 506-518.
- REEDER R. W., KARAT C. M., KARAT J. & BRODIE C. (2007). Usability challenges in security and privacy policy-authoring interfaces. *In INTERACT 07, volume 4663 of LNCS*. p. 141-155. IFIP Springer.
- YURCHYSHYNA A. (2009). Modélisation du contrôle de conformité en construction : une approche ontologique, *Thèse de l'université de Nice Sophia Antipolis*, France